

# ENERGI MATAHARI, SUMBER ENERGI ALTERNATIF YANG EFFISIEN, HANDAL DAN RAMAH LINGKUNGAN DI INDONESIA

Saiful Manan

Program Diploma III Teknik Elektro  
Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

## Abstract

*Saiful Manan, in paper solar energy, alternative source which efisien, reliable and environmental freindliness in indosesia explain that sun is especial source energi transmitting remarkable electrics energi level of to earth surface. Because surya cell ready to provide the clean energi electrics without pollution, easy to moved, close to burden center so that channeling energi very simple and also as tropical state. Indonesia have the good sunlight characteristic ( light intensity not fluktuatif) compared to wind power as in nations 4 season, the core important again efficient cell surya relative, there no specific conservancy and can reach the long age and also have the high reliability.*

*To increase efficiency and optimal of sunshine needed by a appliance capable to follow the sun friction, so that position of vertical surya cell module always angular or ninety degree to sun position. That control system called solar tracker system..*

*Key word : light intensity, without pollution and tracker*

## PROSPEK DAN KELANGSUNGAN ENERGI NASIONAL

Saat ini kebutuhan energi, khususnya energi listrik (energi listrik adalah energi yang mudah dikonversikan ke dalam bentuk energi yang lain) terus meningkat dengan pesat, bahkan di luar estimasi yang diperkirakan. Hal ini sudah selayaknya sebagai dampak meningkatnya seluruh aktivitas kehidupan yang menggunakan energi listrik.

Selama ini kebutuhan energi bahkan kebutuhan dunia masih mengandalkan minyak bumi sebagai penyangga utama kebutuhan energi. Sementara itu tidak dapat dihindarkan bahwa sumber energi ini semakin langka dan mahal harganya. Bagi Indonesia masalah energi menjadi lebih penting lagi artinya dan perlu mendapatkan penanganan yang khusus karena :

- Lebih kurang 80 % kebutuhan energi di Indonesia dipenuhi oleh minyak bumi (data 2002)
- Harga minyak dan Konsumsi minyak bumi yang cenderung meningkat dengan pesat setiap tahun.
- Banyaknya sumber-sumber alternatif di Indonesia yang perlu dikembangkan.

Pokok-pokok mengenai energi telah dicantumkan dalam Kebijakan Energi Nasional yang tujuan dari kebijakan tersebut adalah penghematan bahan bakar minyak bumi dan pengembangan sumber-sumber energi alternatif lainnya.

Untuk mengatasi hal itu selanjutnya presiden menekankan penghematan bahan bakar minyak dalam

negeri terutama untuk kebutuhan yang tidak dapat digantikan dengan bentuk energi yang lain seperti transportasi, feedstock industri dan lain-lain serta pemanfaatan seoptimal mungkin sumber-sumber energi alternatif lain, seperti Tenaga Air, panas bumi, Tenaga Matahari dan sebagainya. Dengan mempertimbangkan permasalahan-permasalahan energi tersebut maka diperlukan langkah-langkah serta strategi untuk pengembangan energi lebih lanjut seperti tertuang dalam Kebijakan Energi Nasional. Tujuan Kebijakan Energi Nasional dapat dirumuskan

- Pengadaan energi dalam negeri, mengusahakan tersedianya energi dalam negeri secara terus-menerus dalam jumlah dan mutu yang sesuai dengan kebutuhan dan harga yang terjangkau.
- Pengadaan energi untuk ekspor, mengusahakan tersedianya minyak, gas bumi, dan sumber energi lain untuk ekspor dengan harga yang paling menguntungkan dalam waktu cukup panjang.
- Penghematan penggunaan bahan bakar minyak, menggunakan bahan bakar minyak dengan cara yang sehemat-hematnya terutama untuk kebutuhan yang tidak dapat diganti dengan bentuk energi lain seperti transportasi dan feedstock industri.
- Pengembangan sumber-sumber energi lainnya. Mengembangkan sumber energi yang terbarukan (dapat diganti dan tidak habis dipakai) dalam waktu yang tidak terlalu lama, menggantikan sejauh mungkin

pemakaian sumber-sumber energi yang tidak terbarukan (tak dapat diganti dan habis dalam jangka waktu tertentu)

- Pelestarian Lingkungan. Mengembangkan sumber energi secara efisien dan bijaksana dengan memperhatikan dampak negatif dan meningkatkan dampak positif terhadap lingkungan pada pengadaan dan pemanfaatan energi.
- Menyediakan energi dan mengelola sumber daya energi yang dapat memperkuat ketahanan nasional dalam arti meningkatkan kemampuan dan ketangguhan bangsa Indonesia menghadapi masa depan dan mengurangi ketergantungan pada pemanfaatan energi dari luar negeri.

Untuk tercapainya tujuan tersebut perlu langkah-langkah kebijaksanaan mengenai energi ialah mengusahakan energi tidak habis terpakai sebagai pemenuhan kebutuhan energi dalam negeri. Untuk memungkinkan tercapainya maka perlu diadakan berbagai langkah kebijakan yang dikelompokkan dalam pola upaya sebagai berikut :

- Intensifikasi
- Konservasi
- Indeksasi
- Diversifikasi

Dari ke empat pola upaya yang terpenting adalah pola upaya Konservasi dan Diversifikasi :

- **Konservasi** adalah upaya penggunaan energi dengan lebih efisien dengan tidak mengurangi laju pertumbuhan pembangunan. Usaha ini harus didukung dan dilaksanakan semua sektor, rumah tangga, angkutan, prasarana, industri, pertanian dan lain-lain. Prinsip ini perlu diterapkan oleh masyarakat dengan ditumbuhkan pengertian dan kesadaran tentang masalah energi, terutama tentang kelangkaan dan mengikuti gaya hidup hemat energi.
- **Diversifikasi** adalah usaha strategis mengurangi ketergantungan dari minyak bumi dalam usaha memenuhi kebutuhan energi dalam negeri (kecuali kebutuhan yang tidak dapat diganti dengan bentuk energi yang lain seperti transportasi dan feedstock industri yang harus dilakukan penghematan yang se-hemat-hematnya dan menggantikan dengan jenis energi lain.

Diversifikasi akan meningkatkan penganeka ragam penggunaan berbagai jenis energi di dalam negeri. Salah satunya yang terpenting adalah pemanfaatan Tenaga Surya dengan menggunakan sel surya.

Prof TM Soelaiman membuat diagram konversi energi yaitu dengan membagi bahwa sumber

asal utama energi adalah Matahari, Magma Bumi dan Nuklir

## UPAYA PEMANFAATAN ENERGI SURYA

Matahari adalah sumber energi utama yang memancarkan energi yang luar biasa besarnya ke permukaan bumi. Pada keadaan cuaca cerah, permukaan bumi menerima sekitar 1000 watt energi matahari per-meter persegi. Kurang dari 30 % energi tersebut dipantulkan kembali ke angkasa, 47% dikonversikan menjadi panas, 23 % digunakan untuk seluruh sirkulasi kerja yang terdapat di atas permukaan bumi, sebagian kecil 0,25 % ditampung angin, gelombang dan arus dan masih ada bagian yang sangat kecil 0,025 % disimpan melalui proses fotosintesis di dalam tumbuh-tumbuhan yang akhirnya digunakan dalam proses pembentukan batu bara dan minyak bumi (bahan bakar fosil, proses fotosintesis yang memakan jutaan tahun) yang saat ini digunakan secara ekstensif dan eksploratif bukan hanya untuk bahan bakar tetapi juga untuk bahan pembuat plastik, formika, bahan sintesis lainnya. Sehingga bisa dikatakan bahwa sumber segala energi adalah energi matahari. Energi matahari dapat dimanfaatkan dengan berbagai cara yang berlainan bahan bakar minyak adalah hasil fotosintesis, tenaga hidro elektrik adalah hasil sirkulasi hujan tenaga angin adalah hasil perbedaan suhu antar daerah dan sel surya (sel fotovoltaik) yang menjanjikan masa depan yang cerah sebagai sumber energi listrik.

Karena sel surya sanggup menyediakan energi listrik bersih tanpa polusi, mudah dipindah, dekat dengan pusat beban sehingga penyaluran energi sangat sederhana serta sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai karakteristik cahaya matahari yang baik (intensitas cahaya tidak fluktuatif) dibanding tenaga angin seperti di negara-negara 4 musim, utamanya lagi sel surya relatif efisien, tidak ada pemeliharaan yang spesifik dan bisa mencapai umur yang panjang serta mempunyai keandalan yang tinggi.

Dalam keadaan cuaca yang cerah, sebuah sel surya akan menghasilkan tegangan konstan sebesar 0.5 V sampai 0.7 V dengan arus sekitar 20 mA dan jumlah energi yang diterima akan mencapai optimal jika posisi sel surya  $90^\circ$  (tegak lurus) terhadap sinar matahari selain itu juga tergantung dari konstruksi sel surya itu sendiri. Ini berarti bahwa sebuah sel surya akan menghasilkan daya  $0.6 \text{ V} \times 20 \text{ mA} = 12 \text{ mW}$ . Jika matahari memancarkan energinya ke permukaan bumi sebesar  $100 \text{ W/m}^2$  atau  $100 \text{ mW/cm}^2$ , maka bisa dibayangkan energi yang dihasilkan sel surya yang rata-rata mempunyai luas  $1 \text{ cm}^2$  bandingkan

dengan bahan bakar fosil (BBM) dengan proses fotosintesis yang memakan waktu jutaan tahun.

## UPAYA PEMANFAATAN ENERGI SURYA DI INDONESIA

Indonesia yang merupakan daerah sekitar katulistiwa dan daerah tropis dengan luas daratan hampir 2 juta  $km^2$ , dikaruniai penyinaran matahari lebih dari 6 jam sehari atau sekitar 2.400 jam dalam setahun. Energi surya di muka bumi Indonesia mempunyai intensitas antara  $0.6 - 0.7 kW/m^2$ , betapa melimpahnya energi yang sebagian besar terbuang sia-sia ini. Tantangan, bagaimana mengembangkan pemanfaatan sumber energi ini.

Bagi Indonesia upaya pemanfaatan energi surya mempunyai berbagai keuntungan yang antara lain adalah :

- Energi ini tersedia dengan jumlah yang besar di Indonesia.
- Sangat mendukung kebijakan energi nasional tentang penghematan, diversifikasi dan pemerataan energi.
- Memungkinkan dibangun di daerah terpencil karena tidak memerlukan transmisi energi maupun transportasi sumber energi.

Teknologi ini masih relatif baru di Indonesia, hal ini dimungkinkan karena ilmu pengetahuan dan teknologi Indonesia masih sangat terpengaruh oleh teknologi dari negara-negara Barat yang pada umumnya negara-negara tersebut mempunyai 4 musim, sehingga kurang mendapatkan sinar matahari kalupun mendapat sinar namun dengan jumlah yang tidak terlalu besar.

Sedang di Indonesia seharusnya sel surya ini mendapatkan perhatian khusus, sebab Indonesia yang merupakan daerah tropis dan di daerah katulistiwa maka Indonesia mempunyai karakteristik angin yang kurang baik (sangat fluktuatif) dibanding dengan

karakteristik angin di negara –negara Barat namun sangat menguntungkan untuk energi matahari yang rata-rata mendapat sinar matahari 6 jam dalam sehari dengan cuaca yang sangat mendukung.

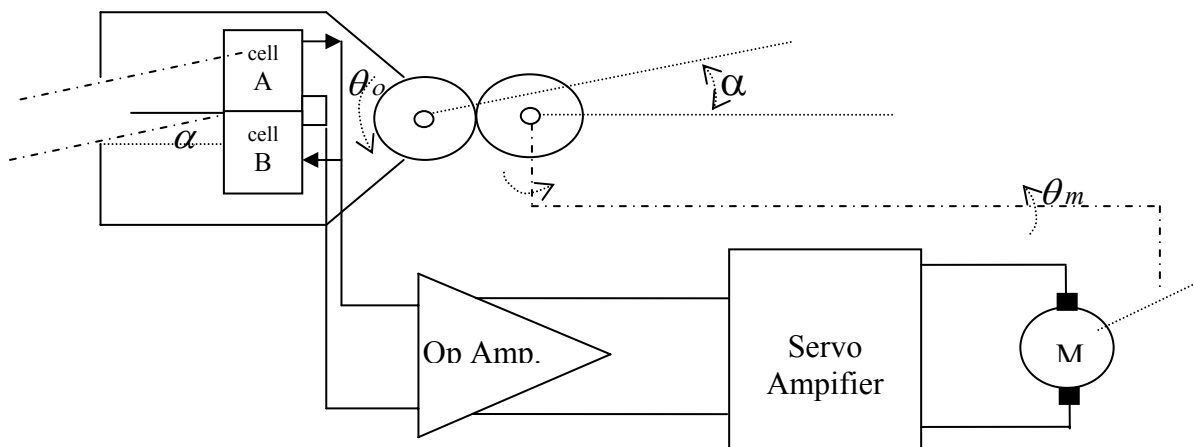
## PENJEJAK MATAHARI (SUN SEEKER)

Kebanyakan rangka kaki modul sel surya diuat tetap (permanen) sehingga tidak dapat bergerak maka sel surya tidak bisa menghasilkan listrik secara optimal, karena praktis dalam sehari hanya satu sampai dua jam saja posisinya tegak lurus ( $90^\circ$ ) terhadap posisi matahari, sehingga diharapkan pemasangan modul sel surya menghadap ke barat untuk menampung sinar matahari pada jam 13.00 sampai 14.00 yang dianggap paling kuat.

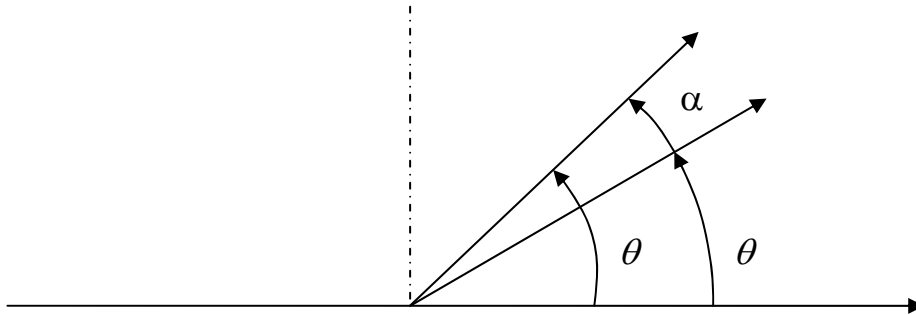
Agar panel sel surya tersebut senantiasa dapat menghadap dengan sudut  $90^\circ$  ke posisi matahari yang selalu berubah bisa dipasang sistem sun seeker yang akan membuat modul sel surya mengikuti jejak sinar matahari.

Peralatan ini menggunakan dua sensor, berupa komponen LDR yang diletakan sedemikian rupa dan dipisahkan oleh sebuah penguat, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.

Unsur-unsur utama dari sistem penjejak matahari ini adalah selisih antara referensi (set) dengan umpan balik yang merupakan error yang berasal dari dua sel photovoltaic kecil di belakang yang dipisahkan dengan satu layer/tabir. Sel yang dipasang sedemikian sehingga ketika sensor menghadap matahari, berkas cahaya dari celah akan menyinari kedua LDR atau cell. LDR atau sel yang sebagai sumber arus dan yang dihubungkan pembalik polaritas dan menjadi masukan dari suatu Op. Amp. Jika salah satu LDR atau cell tertutup tabir/layer pemisah maka terdapat perbedaan arus dari dua sel.



Gambar 1. Diagram skematik sistem sun seeker.



Gambar 2. Koordinasi utama sistem penjejak matahari.

Dan perbedaan arus tersebut akan diperbesar oleh op amp. Karena arus masing-masing LDR atau sel adalah sebanding dengan kekuatan penerangan yang menyinari LDR atau sel, maka ketika cahaya dari celah pemisah tidak terpusat atau bergeser akan mengakibatkan adanya selisih arus antara kedua LDR dan itu merupakan suatu isyarat kesalahan, dan akan menjadi sinyal input dari amplifier, output dari Op. Amp. Berupa sinyal error tegangan ini selanjutnya menjadi input servoamplifier, servoamplifier akan memandu sistem kembali ke semula atau tegak lurus dengan matahari.. Suatu uraian masing-masing bagian dari sistem diuraikan sebagai berikut ini.

### Sistem koordinasi

Koordinasi sistem yang utama adalah keluaran yang berupa sudut/posisi sensor terhadap matahari sebagai output sistem. poros acuan  $\theta_r$  bingkai/layer yang ditetapkan, pergerakan sudut poros menggunakan dc motor dan semua perputaran di/terukur berkenaan dengan sudut poros ini. Posisi poros terhadap matahari merupakan suatu perputaran sudut  $\theta_o$  berkenaan dengan poros acuan, dan selisih sudut ini merupakan sarana pergerakan poros berkenaan dengan poros acuan. Secara umum, sistem kendali akan menjaga error yaitu selisih sudut

( $\theta$  antara sudut referensi  $\theta_r$  dan sudut poros terhadap matahari  $\theta_o$  adalah mendekati nol.

$$\alpha = \theta_r - \theta_o$$

### Error umpanbalik (error discriminator).

Ketika penggerak sistem tegak lurus dengan matahari maka selisih sudut ( $\theta$  antara sudut referensi  $\theta_r$  dan sudut poros terhadap matahari  $\theta_o$  adalah nol dan  $I_a = I_b = I$  atau  $I_a - I_b = 0$

### Penguat Op Amp

Dari diagram skema gambar 3 menunjukan bahwa jumlah arus menuju titik cabang G. Persamaan rangkaian op amp adalah

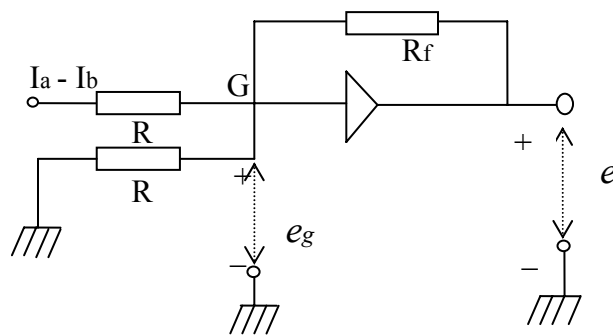
$$I_a - I_b - \frac{e_g}{R} + \frac{e_o - e_g}{R_f} = 0$$

Jika  $e_o = -A.e_g$  dan  $e_g = -\frac{e_g}{A}$  maka persamaan di atas menjadi :

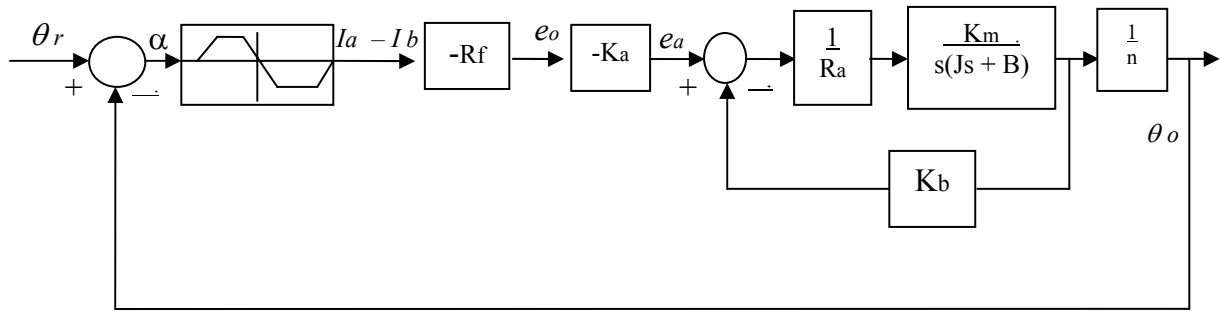
$$I_a - I_b + \left( \frac{1}{AR} + \frac{1}{R_f} + \frac{1}{AR_f} \right) e_o = 0$$

Jika A mendekati tak berhingga maka persamaan di atas menjadi :

$$e_o = -R_f (I_a - I_b)$$



Gambar 3. Rangkaian op amp.



Gambar 4. Diagram blok penjejak matahari menggunakan LDR

Dari persamaan di atas maka fungsi transfer op amp adalah hubungan antara  $I_a - I_b$  dan  $e_o$ .

#### Servoamplifier

Gain dari servoamplifier adalah  $-K_a$ , sehingga output servoamplifier adalah

$$e_a = -K_a \cdot e_o$$

#### Motor DC pengaturan jangkar.

Persamaan motor DC pengaturan jangkar adalah sebagai berikut :

$$e_a = R_a \cdot i_a + e_b$$

$$e_b = K_b \cdot \omega_m$$

$$T_m = K_m \cdot i_a$$

$$T_m = J \frac{d\omega_m}{dt} + B\omega_m$$

dimana J adalah momen inerti dan B koefisien gesekan pada bantalan tangan beban dan induktansi kumparan jangkar diabaikan.

Dari seluruh persamaan di atas maka dapat dibuat diagram blok penjejak matahari (sun seeker) adalah seperti pada gambar 4.

Ketika dua buah LDR yang dipisahkan oleh tabir/layer menerima sinar matahari yang sama intensitasnya, maka motor DC penggerak akan berhenti bergerak, namun jika matahari bergeser dan sinarnya hanya mengenai salah satu LDR saja, sedang LFR yang lain terkena bayangan penyekat/tabir/layer maka motor DC penggerak akan bergerak menyesuaikan posisi modul sel surya sampai menghadap matahari dengan sudut  $90^\circ$  (tegak lurus). Penyekat/tabir pada unit rangkaian penjejak matahari harus diletakkan sejajar dengan modul solar sell.

#### KESIMPULAN

Sinar Matahari adalah merupakan sumber energi alternatif yang sangat penting karena dengan menggunakan sel surya energi matahari dapat diubah langsung menjadi energi listrik, selanjutnya dapat diubah menjadi energi lain sesuai dengan kebutuhan. Ini sehubungan dengan semakin langka dan mahalnya bahan bakar minyak sebagai penyangga utama energi.

Mengingat Indonesia merupakan daerah tropis dan mempunyai iklim yang sangat menguntungkan untuk dikembangkan pemanfaatan energi surya ini se-optimal mungkin sebab energi surya adalah lebih baik dari segi ekonomi, kelangsungan kelestarian dan amdalnya.

Untuk meningkatkan efisiensi dan mengoptimalkan sinar matahari diperlukan alat yang mampu mengikuti pergeseran matahari agar posisi modul sel surya selalu tegak lurus atau bersudut sembilan puluh derajat terhadap posisi matahari. Sistem kendali itu adalah sistem penjejak matahari (sun seeker).

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Abdul Kadir, Energi, UI-Press, Jakarta
2. Archie W Culp, Darwin Sitompul, Prinsip-Prinsip Konversi Energi, Erlangga, Jakarta.
3. Anonymus, Masalah Energi dan Upaya Pemanfaatan Energi Surya Cara Langsung Sebagai Salah Satu Sumber Energi Alternatif, Proceeding Seminar Sel Fotovoltaik Indonesia, LAPI\_ITB, Bandung.
4. Benjamin C. Kuo, 1982, Automatic Control Systems, Prentice-Hall Of India, New Delhi.
5. Jusuf Tedjo, Listrik Sel Surya sebagai Energi Alternatif, Jawa Pos.